

DC-operated drive system - has voltage converter between DC source and DC-AC converter supplying motor

Patent number: DE4013506
Publication date: 1991-10-31
Inventor: FLECKENSTEIN VOLKER PROF (DE)
Applicant: FLECKENSTEIN VOLKER PROF (DE)
Classification:
- **International:** B60L11/18; H02J7/00; H02M3/10; H02M7/48; H02M7/66; H02P7/63
- **European:** B60L11/18C, H02J3/32, H02M3/158, H02M7/48
Application number: DE19904013506 19900427
Priority number(s): DE19904042377 19900427

Abstract of DE4013506

The drive system uses a rechargeable DC source (2) coupled to the AC drive motor (3) via a DC/AC converter (4). A voltage converter (6) is inserted between the DC source (2) and the DC/AC converter (4), for raising the input voltage (UE) for the latter relative to the output voltage (UB) provided by the source (2). Pref. the voltage converter (6) is bidirectional, to allow the voltage (UE) at the output of the voltage converter (6) to be reduced to a suitable charging voltage (UB) for the DC source (2).
USE/ADVANTAGE - Reduced power losses. For battery operated vehicle, e.g. conveyor type excavator, forked lift truck, electric car, etc.

.....
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 40 13 506 A 1**

61 Int. Cl. 5:
B 60 L 11/18
H 02 P 7/83
H 02 M 3/10
H 02 M 7/48
H 02 M 7/66
H 02 J 7/00

21 Aktenzeichen: P 40 13 506.3
22 Anmeldetag: 27. 4. 90
43 Offenlegungstag: 31. 10. 91

DE 40 13 506 A 1

71 Anmelder:
Fleckenstein, Volker, Prof., 8500 Nürnberg, DE
74 Vertreter:
Czowalla, E., Dipl.-Ing. Dipl.-Landw.; Matschur, P.,
Dipl.-Phys., 8500 Nürnberg; Götz, G., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8700 Würzburg

62 Teil in: P 40 42 377.8
72 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 System und Verfahren zum Betrieb eines gleichspannungsgespeisten Antriebs
- 57 Elektrisches Antriebssystem mit einer gegebenenfalls aufladbaren Gleichspannungsquelle, aus der über einen Wechselrichter eine Drehfeldmaschine gespeist wird, mit einem zwischen der Gleichspannungsquelle und dem Wechselrichter geschalteten Spannungswandler zur Erhöhung der Wechselrichtereingangsspannung gegenüber der Quellausgangsspannung und/oder Erniedrigung der Quellenladespannung gegenüber der vom Wechselrichtereingang abgreifbaren Spannung.

DE 40 13 506 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem mit einer Gleichspannungsquelle, im Bedarfsfall aufladbaren Batterie, aus der über einen Wechselrichter eine Drehfeldmaschine gespeist wird. Desweiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Antriebssystems.

Antriebssysteme mit der Umrichtung von Gleichspannung bzw. Gleichstrom in Drehstrom sind an sich bekannt. Sollen diese in Batterie-Fahrzeuge eingesetzt werden, stellt sich das Problem, daß die resultierende Drehspannung aufgrund der niedrigen Batteriespannung ebenfalls niedrig sein muß. Um die erforderliche Antriebsleistung, die sich aus dem Produkt der beiden Faktoren Strom und Spannung zusammensetzt, zu gewährleisten, ist bei niedriger Speisespannung der Strom entsprechend hoch, was im Antriebssystem zu Leistungsverlusten führt.

Es liegt daher der Erfindung die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der genannten Nachteile die Effizienz gleichstromspeister Drehstromantriebe zu erhöhen; insbesondere ist ein Drehstrom-Antriebssystem zu schaffen, welches bei niedriger Speise-Gleichspannung gleichwohl ein hohes Maß an Antriebsleistung, Wirkungsgrad und/oder Verfügbarkeit einschließlich Wartbarkeit ermöglicht. Zur Lösung wird bei einem Antriebssystem mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß ein der Gleichspannungsquelle und dem Wechselrichter zwischengeschalteter Spannungswandler vorgeschlagen, der einerseits zur Erhöhung der Wechselrichtereingangsspannung gegenüber der Quellenausgangsspannung und/oder andererseits zur Erniedrigung der Quellen-Ladespannung gegenüber der vom Wechselrichtereingang abgreifbaren Spannung ausgelegt ist. Die Spannungserhöhung entspricht dem Motorbetrieb (Energieübertragung zur Drehfeldmaschine), und die Spannungserniedrigung ist insbesondere beim Bremsbetrieb des Antriebs zur Rückspeisung von Energie in die Spannungsquelle vorteilhaft einsetzbar. Zusätzlich kann die Möglichkeit der Erniedrigung zur Schaffung einer Ladungsspannung im Rahmen des Aufbaus einer Ladeeinrichtung für die Batteriequelle ausgenutzt werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Lösungsvorschlag läßt sich vor allem die Spannung hochsetzen, so daß der Strom und damit verbunden Leistungsverluste vermindert werden können. Der Spannungswandler überträgt dabei im Motorbetrieb des Wechselrichters Energie von der Gleichspannungsquelle zum Wechselrichter. Ferner lassen an sich bekannte Spannungswandler auch die umgekehrte Energieübertragungsrichtung zu, so daß sich mit der Erfindung die weitere Möglichkeit ergibt, eine am Wechselrichtereingang anliegende Gleichspannung für die Rückspeisung in die Gleichspannungsquelle geeignet umzusetzen. Diese läßt sich so beispielsweise von einem externen Netz mit nachgeschaltetem Gleichrichter über den Spannungswandler aufladen.

Bei an sich bekannten Spannungswandlern können auch beide genannte Funktionen — Erhöhung der Spannung zum Wechselrichter oder Erniedrigung der Ladespannung zur Gleichspannungsquelle — gleichzeitig, d. h. in einem Baustein, implementiert sein. Eine zweckmäßige und vor allem Steuerungszwecken Rechnung tragende Realisierung eines derartigen Spannungswandlers besteht in der Ausführung als Hoch- oder Tiefsetzsteller, die zu ihrem Betrieb getaktet oder pulsierend angesteuert werden. Solche Hoch-Tiefsetz-

steller sind dem Fachmann an sich bekannt, beispielsweise unter der Bezeichnung "Aufwärts- und Abwärts-wandler" (vgl. Tietze-Schenk, Halbleiterschaltungstechnik, 8. Auflage, S. 539 bis 547, Springer-Verlag). Die genannten Hoch- und Tiefsetzsteller lassen sich vor allem zu einem baulich einstückigen kompakten Spannungswandler integrieren, der eine Energieübertragung sowohl zum Wechselrichter als auch zur Gleichspannungsquelle, als bidirektional vornehmen kann.

Im Ladebetrieb der Gleichspannungsquelle ist es zweckmäßig, deren Ausgangspegel durch einen Lade-regler abzutasten, der abhängig vom Abtastergebnis die Pulssteuerung des Tiefsetzstellers, der die Energie-wandlung zur Gleichspannungsquelle besorgt, beeinflusst. Im Zusammenhang mit dem Aufladen der Gleichspannungsquelle ist es ferner von Vorteil, den Spannungswandler mit einem Netzgleichrichter zu koppeln, so daß eine gleichgerichtete Netzspannung als Ladespannung für die Gleichspannungsquelle umgesetzt werden kann.

Um die Wechselrichtereingangsspannung an unterschiedliche Betriebszustände des Antriebssystems flexibel anpassen zu können, besteht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung darin, den Spannungswandler in seinem Umsetzverhalten mit der Spannung und/oder Drehzahl der elektrischen Maschine derart zu koppeln, daß die resultierende Spannungserhöhung für den Wechselrichter von den genannten Parametern beeinflusst ist. In Weiterführung dieses Gedankens besteht eine vorteilhafte Betriebsweise des Antriebssystems darin, daß der Spannungswandler die Gleichspannung zum Wechselrichter innerhalb eines Drehzahlintervalls mit zur Drehzahl proportionaler Anhebung und in den benachbarten Drehzahlbereichen mit jeweils konstanter Anhebung oder Umsetzung überträgt. Insbesondere kann das genannte Drehzahlintervall dem Bereich mit konstantem Antriebsdrehmoment, und/oder einer der benachbarten Drehzahlbereiche dem Feldschwächbetrieb (veränderliches Drehmoment) einer Asynchronmaschine entsprechen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, das Verhältnis von niedrigster zu höchster Drehzahl des genannten Drehzahlintervalls entsprechend der Quellenausgangsspannung zur maximalen Wechselrichtereingangsspannung zu dimensionieren. Hierdurch kann beispielsweise für den Bereich mit konstantem Antriebsdrehmoment der gesamte verfügbare Arbeitshub des Spannungswandlers ausgenutzt werden. Im untersten Drehzahlbereich — also vom Maschinenstillstand ausgehend — bleibt die Gleichspannung durch den Spannungswandler ungewandelt, wird also mit gleicher Höhe zum Wechselrichter übertragen.

Zur Verminderung von Verlusten im Antriebssystem besteht eine andere Weiterbildung der Erfindung darin, daß der Wechselrichter mit einer Taktverfahren angesteuert wird, aufgrund welcher sich Oberwellen im Strom der Arbeitsmaschine gezielt eliminieren lassen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung nebst Vergleich mit bekannten Ausführungen sowie anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines an sich bekannten Antriebssystems mit Gleichstrommotor,

Fig. 2 ein Schaltbild eines an sich bekannten gleichstromversorgten Drehfeldantriebs,

Fig. 3 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Antriebssystems,

Fig. 4a ein Schaltbild für den Teil der Gleichstromspeisung des Antriebssystems nach Fig. 3,

Fig. 4b ein Schaltbild einer gegenüber Fig. 4a abgewandelten Gleichstromspeisung,

Fig. 5 den Verlauf der Wechselrichtereingangsspannung über die Antriebsdrehzahl gemäß Erfindung, und

Fig. 6 ein Schaltbild des erfindungsgemäßen Antriebssystems für Batteriebetrieb.

Soweit bekannt, werden batteriegespeiste Fahrzeugantriebe nahezu ausschließlich mit Gleichstrommotoren in Reihenschlußausführung ausgerüstet, wie in Fig. 1 dargestellt. Beispiele hierfür sind Flurförderfahrzeuge, Gabelstapler, Elektroautos usw. Die Steuerung von Drehzahl und Drehmoment der Elektromotoren erfolgt entweder durch Steuerung von Schützen mit Vorwiderständen oder durch Zwischenschalten von elektronischen Gleichstromstellern zwischen der Batterie und dem Motor. Je nach Leistung, Entwicklungsstand und technischen Anforderungen sind diese Gleichstromsteller mit Thyristoren und den dazugehörigen Löscheinrichtungen, Abschaltthyristoren (gate turn-off thyristor — GTO) oder Leistungstransistoren ausgerüstet. Allerdings ist die Nennspannung dieser Antriebe gegenüber Antrieben, die aus Versorgungsnetzen gespeist werden, niedrig. Dies ist, wie eingangs bereits angedeutet, darauf zurückzuführen, daß aus Aufwands-, Gewichts- und Kostengründen möglichst wenig Batteriezellen zur Erzeugung der Speisespannung in Reihe geschaltet werden. In praktischen Anwendungsfällen bewegen sich die Normspannungen je nach Leistungsanforderung um 24 Volt, 48 Volt oder 80 Volt. Um dennoch die gewünschte Leistung — Produkt von Strom und Spannung — bereitstellen zu können, ist zwangsläufig die niedrige Batteriespannung durch hohe Batterie- bzw. Motorströme auszugleichen. Diese hohen Ströme müssen von den Halbleiterschaltern des Gleichstromstellers (vgl. nachstehende Erläuterung bezüglich Fig. 1) geführt und geschaltet werden. Auch die Zuleitungen, Anschlüsse und gegebenenfalls Steckverbindungen müssen entsprechend aufwendig ausgelegt sein. Zudem ist neben Aufwand und Kosten bei batteriebetriebenen Fahrzeugen der Gesamtwirkungsgrad von besonderer Bedeutung, da die mögliche Betriebsdauer je Batterieladung mit steigendem Wirkungsgrad auch größer wird.

Um den Aufwand an Leistungshalbleitern gering zu halten und zugleich die Verluste zu minimieren, ist heute die Ausführung der Spannungssteuerung für die Gleichstrommotoren nur als Einquadrantensteller üblich, wie in Fig. 1 dargestellt: Ein Gleichstrom-Reihenschlußmotor 1 wird von einer Gleichspannungsquelle, z. B. eine Batterie mit der Ausgangsspannung U_B , aus versorgt bzw. gespeist. Vor Umkehr der Motordrehrichtung, z. B. für Rückwärtsfahrten, wird die Spannungsumkehr über je zwei Wendeschütze W1 bzw. W2 bewirkt. Die beim Umschalten der Wendeschütze W1, W2 zwangsweise entstehenden stromlosen Pausen nimmt man in Kauf, um den Aufwand an Leistungshalbleitern beim Einsatz eines Mehrquadrantenstellers und die dabei mehr entstehenden höheren Verluste in den Leistungshalbleitern zu vermeiden.

Gleichstrommotoren haben trotz guter Regeleigenschaften den entscheidenden Nachteil des wartungsaufwendigen Kollektor-Kohleapparates. Zudem muß für die Wartungsarbeiten die Zugänglichkeit zum Kollektor des Motors konstruktiv aufwendig gewährleistet sein. Die Empfindlichkeit von Kollektor und Kohlen gegenüber Überströmen begrenzt das maximal mögliche Motormoment, das gerade bei im Kurzzeitbetrieb einge-

setzten Fahrzeugantrieben hoch sein soll. Infolgedessen ist es auch bei batteriegespeisten Fahrzeugantrieben sinnvoll, bürstenlose Motoren als Antriebsmotoren zum Einsatz bringen zu können, da sie die beschriebenen Nachteile nicht haben. Als bürstenlose Motoren sind dabei sowohl Asynchron- als auch Synchronmotoren denkbar, wobei bei Synchronmotoren vor allem permanentregte Motoren betrachtet werden müssen.

Das für die Speisung der Motoren benötigte dreiphasige Spannungssystem kann prinzipiell aus der Batteriespannung U_B durch Zwischenschalten eines Pulswechselrichters erzeugt werden, wie es für regelbare Drehstromantriebe an sich bekannt und in Fig. 2 dargestellt ist: Eine Drehfeldmaschine 3 wird von einer Gleichspannungsquelle 2, gegebenenfalls eine Batterie mit der Ausgangsspannung U_B , aus über einem Pulswechselrichter 4 gespeist. Der Aufwand für einen derartigen Wechselrichter ist — verglichen mit normalen Industrieantrieben — unverhältnismäßig groß, da aufgrund der niedrigen Batteriespannung U_B hohe Motorströme fließen müssen, wie aus dem folgenden Beispiel hervorgeht: Bei 80 Volt Batteriespannung ist die maximal mögliche Motorspannung bei Sinusmodulation 56 Volt. Bei einem Asynchronmotor mit 5 KW Abgabeleistung und $\eta \cdot \cos \phi = 0,75$ ergeben sich Motorströme von 70 Ampere, während bei einem aus dem Versorgungsnetz gespeisten Antrieb nur Ströme von 10 Ampere notwendig wären. Die Verluste in den Wechselrichterventilen bzw. Transistoren 5 sind jedoch proportional zu dem jeweils fließenden Strom, zumal der Motorstrom jeder Phase von jeweils zwei Ventilen geführt wird. Mithin ergeben sich bei der direkten Speisung des Wechselrichters 4 aus der Gleichspannungsquelle 2 zum einen hohe Verluste, hervorgerufen durch hohe Motorströme, was die Energiebilanz verschlechtert; zum anderen müssen als Stromventile Halbleiter mit einer entsprechend großen Stromtragfähigkeit eingesetzt werden. Diese sind, insbesondere wenn sie durch interne Parallelschaltung von einzelnen Elementen hergestellt werden, wegen des benötigten Aufwandes und der Größe teuer.

Mithin stellt sich das Problem, für gleichstromgespeiste, insbesondere batteriegespeiste Drehstromantriebe ein Antriebssystem zu schaffen, das die in der niedrigen Speise-Gleichspannung U_B begründeten Nachteile vermeidet. Zur Abhilfe ist gemäß Fig. 3 zwischen der Gleichspannungsquelle 2 und dem Wechselrichter 4 mit nachgeschalteter Drehfeldmaschine 3 ein Spannungswandler 6 geschaltet. Zwischen dem Spannungswandler 6 und dem Wechselrichter 4 ist zudem noch ein Glättungskondensator 7 parallel angeordnet, der der Glättung der Wechselrichtereingangsspannung U_g dient.

Gemäß Fig. 4a kann der Spannungswandler 6 in an sich bekannter Weise als Hochsetzsteller bzw. Aufwärts-Wandler mit einem Leistungstransistor 8 als Schaltelement, einer Speicherdrossel 9 und einer Diode 10 ausgeführt sein. Beim Durchschalten des Leistungstransistors 8 wird in der Speicherdrossel 9 Energie gespeichert, die beim darauffolgenden Sperren des Leistungstransistors 8 über die Diode 10 zu einer Erhöhung der Wechselrichtereingangsspannung U_g führt. Allerdings ist mit dem Hochsetzsteller gemäß Fig. 4a nur eine unidirektionale Energielieferung von der Gleichspannungsquelle zum Wechselrichter bzw. Motor möglich.

Um aber die beim Bremsen des Motors entstehende Bremsenergie in die Gleichspannungsquelle 2 zurückliefern zu können, und dadurch den Gesamtwirkungsgrad zu verbessern, ist gemäß Fig. 4b der Spannungswandler

6 zu einem kombinierten Hoch-Tiefsetzsteller erweitert, indem ein weiterer Transistor 11 und eine weitere Diode 12 in schaltungstechnisch an sich bekannter Weise angeordnet sind. Wegen weiterer schaltungstechnischer Einzelheiten wird auf die eingangs genannte Fundstelle aus Tietze-Schenk, "Halbleiterschaltungstechnik" verwiesen. Mittels des zusätzlichen Tiefsetzstellerteils 11, 12 kann der Spannungswandler gemäß Fig. 4b einen bidirektionalen Betrieb realisieren, nämlich Energie sowohl in eine entsprechende Wechselrichtereingangsspannung U_E als auch in eine entsprechende Speise-Gleichspannung U_B wandeln. Bei dieser Anordnung ist die Wechselrichtereingangsspannung U_E in weiten Grenzen frei wählbar. Ihre Höhe wird man zweckmäßig so festlegen, daß die Gesamtverluste und der Aufwand des aus Hoch-/Tiefsetzsteller 8-12 und Wechselrichter 4 gebildeten Systems möglichst klein werden. Darüber hinaus bietet die freie Wählbarkeit der Wechselrichtereingangsspannung U_E die Möglichkeit, verfügbare Halbleiterelemente spannungsmäßig optimal ausnützen zu können.

In den Leistungshalbleitern 5 des Pulswechselrichters 4 treten neben den Durchlaßverlusten Schaltverluste auf, deren Höhe proportional der Schaltfrequenz des Pulswechselrichters 4 ist. Um diese Verluste klein zu halten, ist eine niedrige Schaltfrequenz anzustreben. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß die Schaltfrequenz und das Verhältnis der Motorspannung zur Wechselrichtereingangsspannung U_E die Oberschwingungsanteile im Motor- bzw. Antriebsstrom bestimmen. Die Oberschwingungsströme führen zu zusätzlichen Verlusten im Antrieb, und die auftretenden Spitzenströme müssen von den Wechselrichterventilen 5 geschaltet werden.

Die bei niedrigen Motordrehzahlen und damit niedrigen Motorspannungen erforderliche hohe Schaltfrequenz läßt sich verringern, wenn die Wechselrichtereingangsspannung U_E nicht konstant ist, sondern der jeweiligen Motorspannung bzw. Motordrehzahl angepaßt wird. In dieser Hinsicht bietet die erfindungsgemäße Antriebsanordnung die Möglichkeit, die Wechselrichtereingangsspannung U_E zwischen der Speise-Gleichspannung oder Batteriespannung U_B und einer fast beliebigen, wählbaren Maximalspannung U_{max} einzustellen. Beispielsweise kann so das Antriebssystem in Abhängigkeit von der Motordrehzahl n in drei Arbeitsbereichen I, II und III betrieben werden, wie in Fig. 5 dargestellt:

— Bereich I: Hochsetzsteller gesperrt

$$U_E = U_B \\ 0 < n < n^*$$

— Bereich II: Hochsetzsteller arbeitet

$$U_B < U_E < U_{max} \\ n^* < n < n_N$$

— Bereich III: Hochsetzsteller arbeitet

$$U_E = U_{max} \\ n_N < n < n^*_{max}$$

Im untersten Drehzahlbereich I zwischen der Drehzahl 0 und n^* ist der Hochsetzsteller gesperrt, und die Wechselrichtereingangsspannung U_E gleich der Batteriespannung U_B . Der Wechselrichter kann in dem Be-

reich I aufgrund der niedrigen Eingangsspannung mit einer niedrigen Taktfrequenz betrieben werden, so daß sich die Schaltverluste verringern. Da in diesem Bereich der Hochsetzsteller als solcher, d. h. als pulsierend getakteter bzw. geschalteter Spannungswandler nicht in Funktion ist, reduzieren sich Verluste, die beim Schalter von Leistungstransistoren entstehen, wesentlich. So sind beim Spannungswandler 6 gemäß Fig. 4b Energie- bzw. Leistungsverluste im Leistungstransistor 8 und der Diode 10 aufgrund Schaltens weitgehend vermieden. Die Verluste in der Speicherdrossel 9 reduzieren sich auf den ohmschen Anteil.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, wird in einem bestimmten Drehzahlintervall II die Wechselrichtereingangsspannung U_E etwa proportional mit der Drehzahl n angehoben. Das Verhältnis der dieses Drehzahlintervall II begrenzenden unteren und oberen Drehzahlen n^* bzw. n_N ist im Ausführungsbeispiel etwa gleich dem Verhältnis der Speise-Gleichspannung bzw. Batteriespannung U_B zur maximalen Wechselrichtereingangsspannung U_{max} gewählt.

Hierbei kann die Ansteuerung des Wechselrichters in verschiedener Weise erfolgen. Blockbetrieb der Motorspannung, d. h. nur einmaliges Schalten je Spannungshalbschwingung ergibt die niedrigsten Schaltverluste, führt aber aufgrund der sich ergebenden Oberschwingungen im Motorstrom zu höheren Durchlaßverlusten im Wechselrichter und auch zu höheren Motorverlusten. Die Taktung des Wechselrichters wird daher so gesteuert, daß durch gezielte Elimination von Oberschwingungen im Motorstrom die Gesamtverluste des aus Wechselrichter und motorgebildeten Systems minimal werden.

Gemäß Fig. 5 hat im Bereich III die Wechselrichtereingangsspannung den Wert U_{max} erreicht, und sie kann aufgrund der Auslegung des Hoch-/Tiefsetzstellers und des nachgeschalteten Wechselrichters nicht mehr gesteigert werden. In diesem Bereich kann dann z. B. eine angeschlossene Asynchronmaschine in an sich bekannter Weise im Feldschwäcbereich betrieben werden.

Wie bereits ausgeführt, bietet die erfindungsgemäße Anwendung die Möglichkeit, die Wechselrichtereingangsspannung in weiten Grenzen frei wählen zu können. Dies erlaubt zum einen, den Aufwand an Leistungshalbleitern nach Kosten und Volumen zu minimieren, zum anderen ist eine Betriebsführung unter dem Gesichtspunkt von minimalen Verlusten des Gesamtsystems möglich. Ferner lassen sich beim Wechselrichter die freie Vorgabe von dessen Eingangsspannung mit dessen Pulsmodulation so aufeinander abstimmen, daß noch ein zusätzlicher Beitrag zur Minimierung der System-Gesamtverluste resultiert.

Mit besonderem Vorteil läßt sich das erfindungsgemäße Antriebssystem in batteriegetriebenen Fahrzeugen einsetzen. Solche werden heute vorwiegend an zentralen, fest installierten Ladestationen aufgeladen. Bei vielen Anwendungen ist es jedoch sinnvoll, diese Fahrzeuge während Betriebspausen nachzuladen. Dabei ist es jedoch erforderlich, daß die Ladeeinrichtung und der Laderegler für die Batterie mit im Fahrzeug installiert sind. Da moderne Batterien Schnellladung mit hohen Ladeströmen zulassen, ist eine Nutzung des erfindungsgemäßen Antriebssystems, z. B. in Elektroautos, möglich. Dies heißt aber, daß die Ladeeinrichtung hohe Ströme regeln muß. Entsprechend aufwendig und schwer sind die Ladeeinrichtungen mit Regler aufgebaut, was zu einer Belastung des Fahrzeugs führt.

Demgegenüber ist es mit dem zuvor erläuterten erfin-

dungsgemäßen Antriebssystem möglich, den Spannungswandler 6 als Ladegerät für eine als Batterie ausgeführte Fahrzeug-Gleichspannungsquelle 2 einzusetzen, wie in Fig. 6 gezeigt: Lediglich ein aus Speicherdrossel 9, Leistungstransistor 11 und Schalt-Diode 12 gebildeter Tiefsetzsteller ist eingangsseitig mit einem Gleichrichter 13 mit externem Netzanschluß 14 verbunden. Der Leistungstransistor und mithin der zugehörige Tiefsetzsteller werden vom Ausgang 15 eines Ladereglers 16 getaktet bzw. gesteuert. Der Zustand der Gleichspannungsquelle bzw. Batterie 2 wird anhand von dessen Ausgangsspannung U_B mit einer Abtasteinrichtung 17 des Ladereglers 16 erfaßt, welcher gegebenenfalls daraufhin den Tiefsetzsteller über den Leistungstransistor 11 inaktiviert. An den beiden Eingangsklemmen 18 des Tiefsetzstellers 9, 11, 12 kann wie bei den oben erläuterten Beispielen der (in Fig. 6 nicht dargestellte) Wechselrichter 4 sowie der Glättungskondensator 7 noch parallel zum Gleichrichter 13 angeschaltet sein.

Damit ist in dem Fahrzeug mit minimalem Mehraufwand (Ladegleichrichter 13) eine Ladeeinrichtung für die Gleichspannungsquelle bzw. Batterie 2 mit integriert, die für Schnellladung ausreichend leistungsfähig ist.

Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem mit einer gegebenenfalls aufladbaren Gleichspannungsquelle (2), aus der über einen Wechselrichter (4) eine Drehfeldmaschine (3) gespeist wird, gekennzeichnet durch einen zwischen der Gleichspannungsquelle (2) und dem Wechselrichter (4) geschalteten Spannungswandler (6) zur Erhöhung der Wechselrichtereingangsspannung (U_E) gegenüber der Quellenausgangsspannung (U_B) und/oder Erniedrigung der Quellen-Ladespannung gegenüber der vom Wechselrichtereingang (U_E) abgreifbaren Spannung.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungswandler (6) als getaktet oder pulsierend betriebener Hoch- und/oder Tiefsetzsteller (8, 9, 10, 11, 12) ausgeführt ist.
3. Antriebssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Hoch- und Tiefsetzsteller (8 bis 12) zu einem bidirektionalen Spannungswandler integriert sind.
4. Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Netzgleichrichter (13), dessen Ausgangsspannung (U_E) vom Spannungswandler (6) zur Quellen-Ladespannung (U_B) umgesetzt wird.
5. Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 3 jeweils mit Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefsetzsteller (9, 11, 12) als Ladeeinrichtung für die Gleichspannungsquelle von einem Laderegler (16) kontrolliert wird, der den Ausgangspegel (U_B) der Gleichspannungsquelle abtastet (17).
6. Antriebssystem nach einem der vorherigen Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Spannungswandler (6) mit abhängig von der Spannung und/oder Drehzahl (n) der Antriebsmaschine variierbarer Spannungserhöhung (Fig. 5).
7. Verfahren zum Betrieb eines Antriebssystems nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungswandler (6) die Gleichspannung (U_B) zum Wechselrichter (4) innerhalb eines Drehzahlintervalls (II) mit zur Drehzahl proportionaler Anhebung und in den benachbarten Drehzahlbereichen

(I, III) mit jeweils konstanter Anhebung oder Umsetzung überträgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Drehzahlintervall (II) dem Bereich mit konstanten Antriebsdrehmoment, und/oder einer der benachbarten Drehzahlbereiche (III) dem Feldschwächbetrieb beispielsweise einer Asynchronmaschine entspricht.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von niedrigster zu höchster Drehzahl des Drehzahlintervalls (II) dem Verhältnis der Quellengleichspannung (U_B) zur maximalen Wechselrichtereingangsspannung (U_{max}) entspricht.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im untersten Drehzahlbereich (I) die Gleichspannung (U_B) vom Spannungswandler (6) zum Wechselrichter (4) weitgehend unverändert übertragen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselrichter (4) im Sinne einer Elimination von Oberwellen im Strom der Antriebsmaschine getaktet wird.

12. Antriebssystem oder Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, verwendet in einem Fahrzeug mit Elektrobatterieantrieb.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

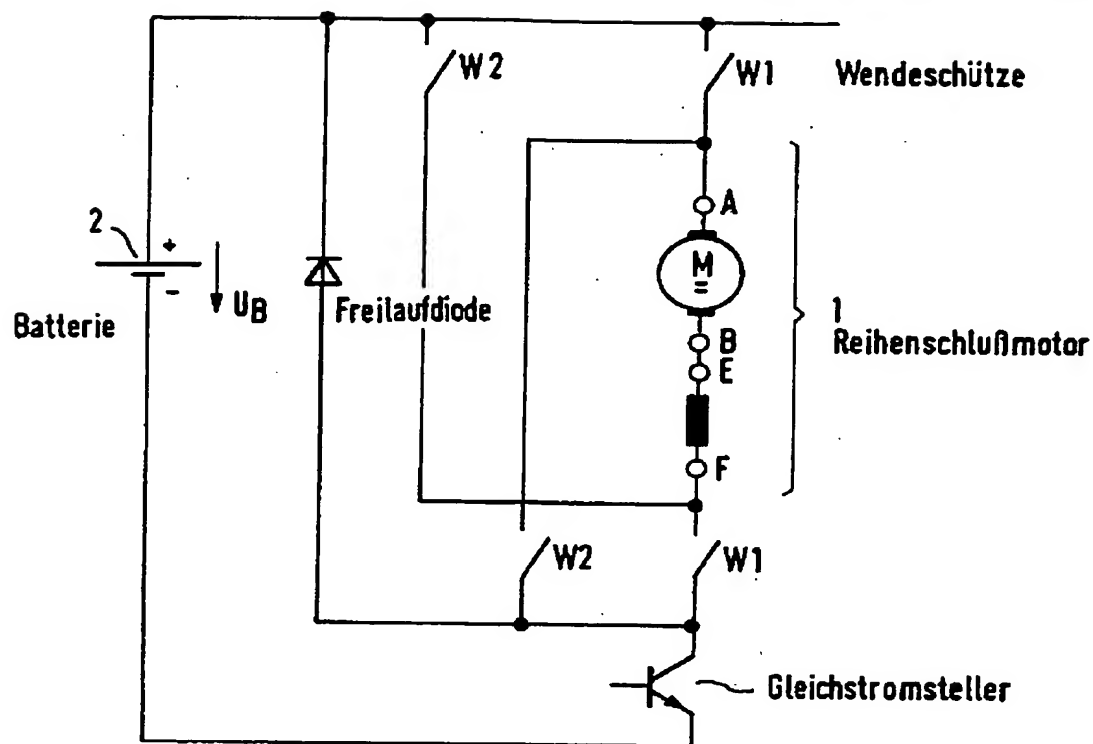


FIG. 1

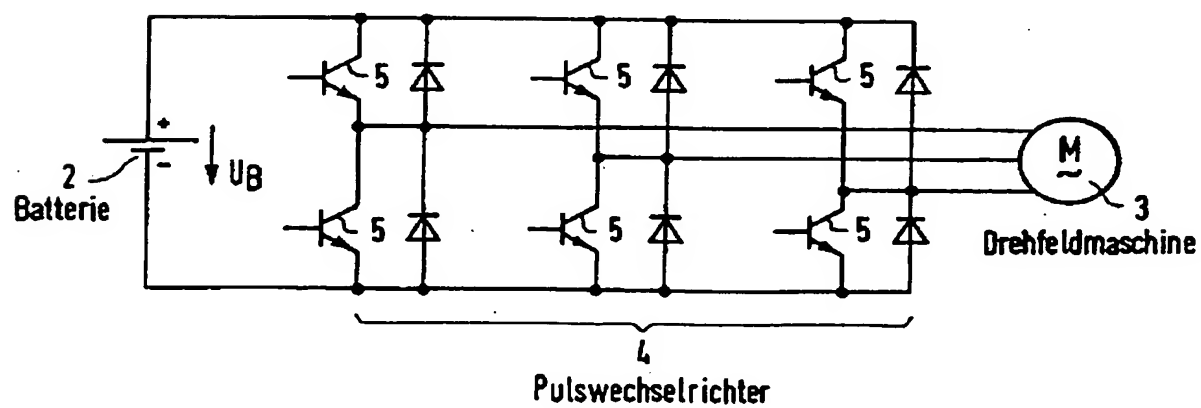


FIG. 2

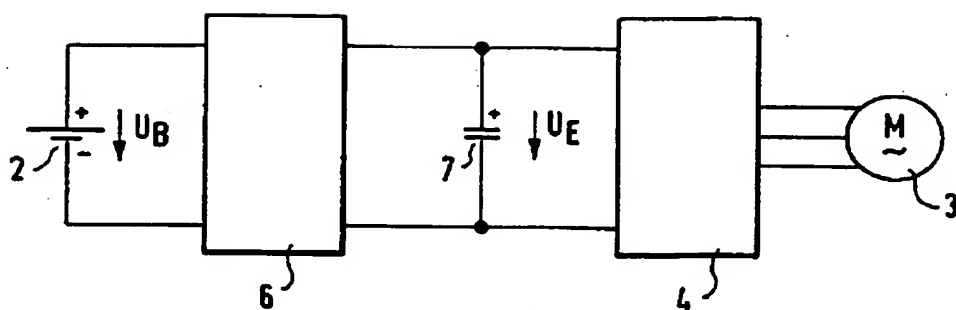


FIG. 3

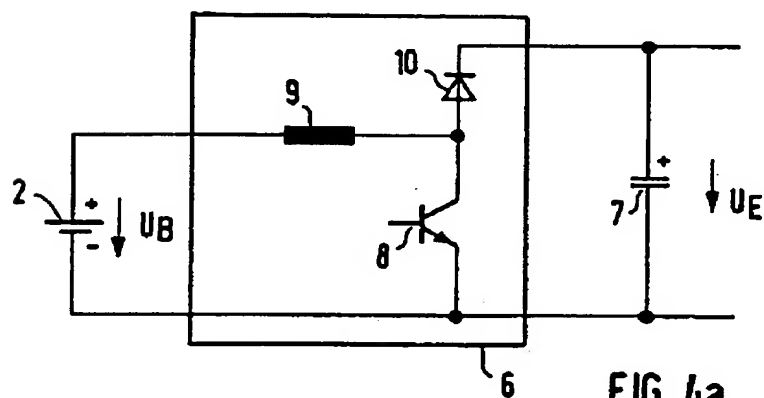


FIG. 4a

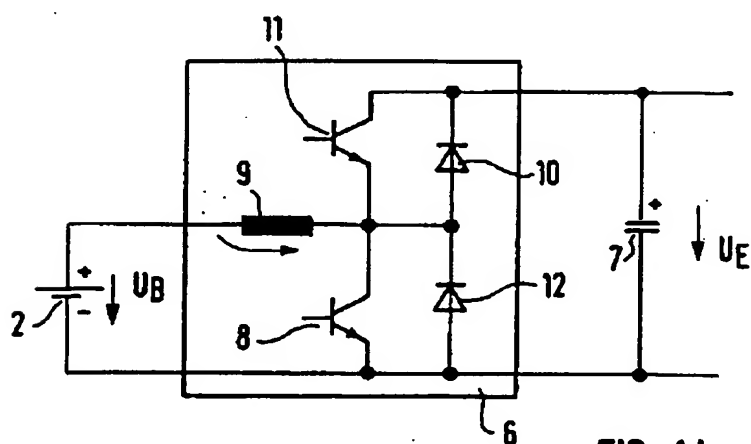


FIG. 4b

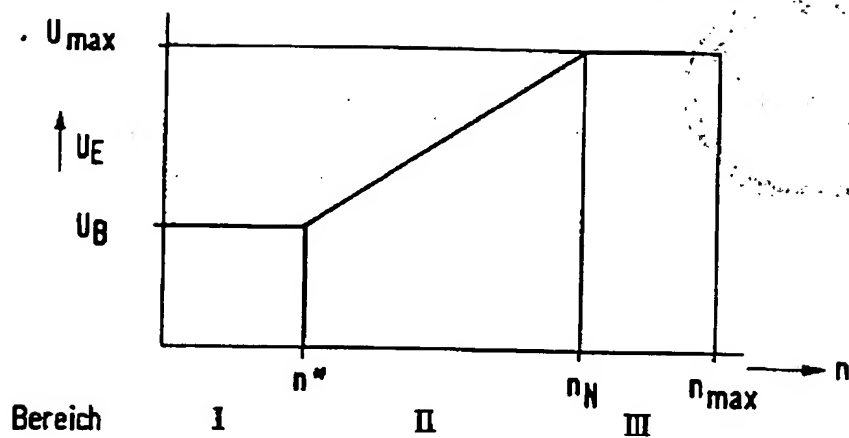


FIG. 5

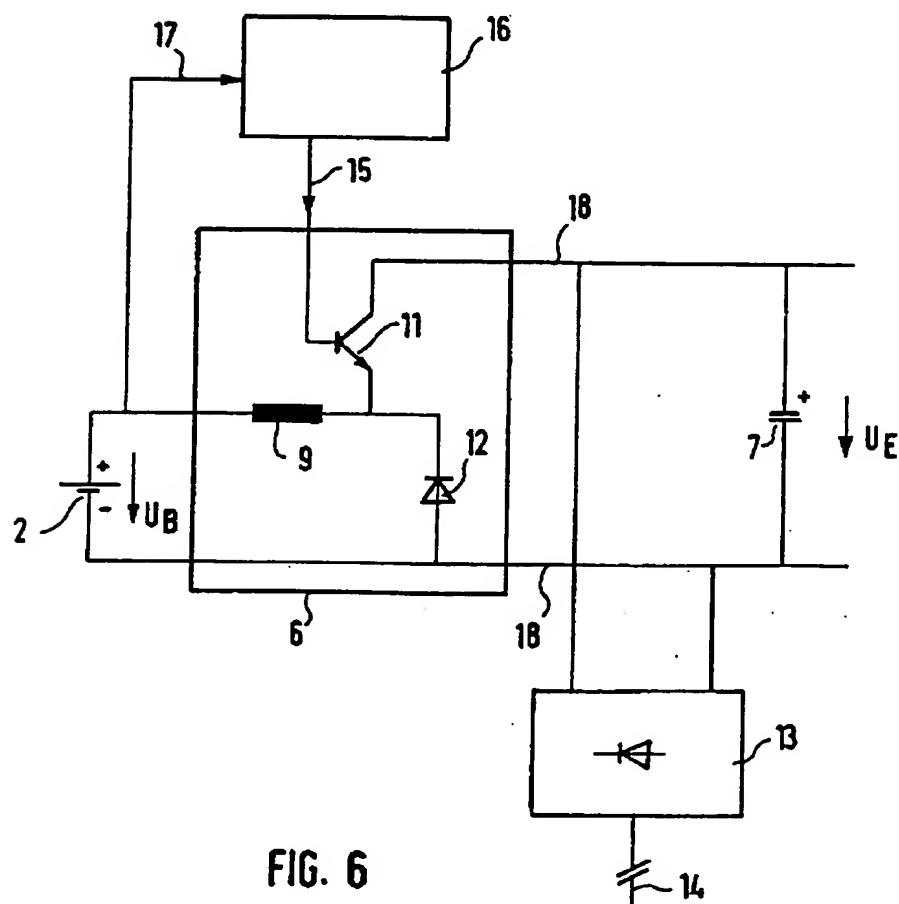


FIG. 6